



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenl ungss hrift**  
⑩ **DE 198 57 738 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 B 33/04**  
F 02 B 27/00  
F 02 B 37/00  
F 01 M 1/02

⑲ Aktenzeichen: 198 57 738.9  
⑳ Anmeldetag: 15. 12. 98  
㉑ Offenlegungstag: 1. 7. 99

DE 198 57 738 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦① Anmelder:  
Kern, Herbert, Dipl.-Ing., 86316 Friedberg, DE

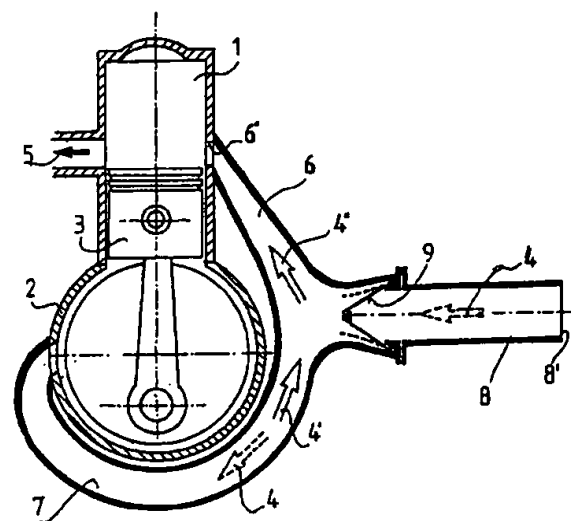
⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Zweitakt-Brennkraftmaschine

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Zweitakt-Brennkraftmaschine mit Kurbelgehäusepumpe, bei der die Pumpwirkung des Kolbens (3) im Kurbelgehäuse (2) nur indirekt genutzt wird und über einen Impulskanal (7) auf das eigentliche Einlaßsystem aus Ansaugkanal (8) und Einströmkanal oder -kanälen (6) wirkt. Zur Verbesserung der Füllung werden Ansaug-, Einström- und Impulskanal gasdynamisch so abgestimmt, daß durch Massenwirkung und Schwingungen der darin befindlichen Gassäulen eine dynamische Aufladung erreicht wird (Fig. 1). Mit der erfindungsgemäßen Anordnung von Ansaug-, Einström- und Impulskanälen erfolgt kein unerwünschter Transport von Schmieröl aus dem Kurbelgehäuse in den Zylinder und das Abgas, so daß nicht nur die Frischölschmierung mit erhöhtem Schmierölverbrauch und schmierölbedingte Abgasprobleme vermieden werden, sondern auch eine Ausführung des Triebwerks mit Gleitlagern und vor allem eine wirksame Kolbenkühlung mit Schmieröl möglich ist. Durch Anordnung eines zusätzlichen Laders kann das System zu einer kombinierten Aufladung erweitert werden.



DE 198 57 738 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Zweitakt-Brennkraftmaschine mit Kurbelgehäusepumpe mit mindestens einer Zylindereinheit gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Es ist bekannt, daß bei Zweitakt-Brennkraftmaschinen mit Kurbelgehäusepumpe als Lade- und Spülpumpe, d. h. mit aktiven Kolbenunterseiten zur Vorverdichtung des Frischgases im Kurbelgehäuse, Schmieröl aus dem Kurbelgehäuse vom Frischgas in den Zylinder und infolge der Spülverluste auch teilweise in das Abgassystem befördert wird, wo es insbesondere bei kleiner Last nur unvollständig verbrannt wird und dadurch die Abgasqualität verschlechtert und zur Entstehung des bekannten Blaurauchs beiträgt. Das Schmieröl im Kurbelgehäuse muß deshalb laufend ersetzt werden, so daß eine Frischölschmierung erforderlich ist, die praktisch aber eine Verlustschmierung darstellt und einen deutlich höheren Schmierölverbrauch als bei Viertaktmotoren zur Folge hat. Da diese Motoren auch nicht mit Drucköl geschmiert werden können, müssen Wälzlager zur Lagerung der Kurbelwelle verwendet werden.

Bei einer aus der US-PS 3,195,526 bekannten Ausführung ist zwischen dem Kurbelgehäuse und der Ansaugleitung eine zylindrische Ladekammer (charging chamber) mit einem darin frei beweglichen Kolben angeordnet, um den ölhaltigen Inhalt des Kurbelgehäuses vom angesaugten Frischgas zu trennen. Die Ladekammer ist mit zusätzlichen Rückschlagventilen ausgerüstet, um trotz "blow by" im Zylinder eine korrekte Position bezüglich Arbeitskolbens des Motors zu erreichen, wofür ein erheblicher Bauaufwand erforderlich ist. Durch die Vergrößerung des Schädavolumens um das Volumen der Ladekammer wird auch die Wirkung der Kurbelgehäusepumpe verschlechtert.

Aus der US-PS 2,745,390 sowie der EP A 0 065 297 A2 und der EP A 0 065 315 A2 sind Ausführungen von Zweitaktmotoren mit Kurbelgehäusepumpe bekannt, wo mit Hilfe von Membranen (Diaphragma) in einer zusätzlichen Ansaugluftkammer (intake plenum chamber) zwischen Einlaßkanälen und Kurbelkammer eine Trennung von Frischgas und dem Ölnebel in der Kurbelkammer erfolgt. Diese Anordnungen erfordern nicht nur einen relativ großen Bauaufwand und stellen große Anforderungen an die Werkstoffqualität der Membranen, sondern durch das zusätzliche Volumen der Ansaugluftkammer wird auch die Wirkung der Kurbelgehäusepumpe infolge der Vergrößerung des sogenannten Schädavolumens geringer.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile der bekannten Ausführungen zu beseitigen und ein einfaches Einlaßsystem ohne zusätzliche bewegte Teile für Zweitakt-Brennkraftmaschinen mit Kurbelgehäusepumpe, d. h. mit aktiven Kolbenunterseiten zu schaffen, wobei die Pumpwirkung des Arbeitskolbens im Kurbelgehäuse für den Ladungswechsel- und Spülvorgang genutzt werden soll, ohne Schmieröl aus dem Kurbelgehäuse in den Zylinder oder den Auslaß und das Abgassystem zu befördern. Das Problem wird dadurch gelöst, daß die Pumpwirkung des Kolbens bzw. der aktiven Kolbenunterseite im Kurbelgehäuse indirekt über einen sogenannten Impulskanal auf das eigentliche Einlaßsystem, bestehend aus einem Ansaug- und einem Einströmkanal oder mehreren Einströmkanälen übertragen und das Frischgas nicht durch das Kurbelgehäuse geleitet wird. Im Ansaugkanal ist an dessen zylinderseitigem Ende, vor der Einmündung in den Einström- und den Impulskanal, ein Rückschlagventil angeordnet, das ein Rückströmen des Frischgases in diesen verhindert, wofür vorzugsweise ein dachförmig angeordnetes Zungenventil verwendet wird. Unmittelbar nach dem Rückschlagventil in Richtung Zylinder ist der Einströmkanal angeordnet, der zum Einlaßschlitz

oder über entsprechende Verzweigungen zu mehreren Einlaßschlitzen führt. An der gleichen Stelle nach dem Rückschlagventil zweigt auch der vorgenannte Impulskanal ab, der Ansaug- und Einströmkanal mit dem Kurbelgehäuse verbindet und dessen Volumen etwa dem Hubvolumen des Zylinders entspricht. Wenn sich der Kolben aufwärts vom unteren Totpunkt UT zum oberen Totpunkt OT bewegt, wird der Inhalt des Impulskanals in das Kurbelgehäuse und Frischgas in den Impulskanal gesaugt. Da dessen Volumen so bemessen ist, daß er die angesaugte Frischgasmenge aufnehmen kann, wird vermieden, daß Frischgas in das Kurbelgehäuse gelangt. Bewegt sich der Kolben von OT nach UT wird eine, dem Hubvolumen des Zylinders entsprechende Menge des Kurbelgehäuseinhalts in den Impulskanal gedrückt und das vorher angesaugte Frischgas aus diesem in Richtung Zylinder verdrängt, und da das Rückschlagventil ein Rückströmen in den Ansaugkanal verhindert, solange verdichtet wie der Einlaßschlitz oder die Einlaßschlitze durch den Kolben noch nicht freigegeben sind. Wenn der Kolben im Bereich von UT den Einlaßschlitz oder die Einlaßschlitze freigibt, wird das vorverdichtete Frischgas in den Zylinder strömen und den Spülvorgang bewirken. Da nur der Impulskanal und nicht das Kurbelgehäuse alternierend mit Frischgas und ölhaltigem Kurbelgehäuseinhalt beaufschlagt wird, und somit der Inhalt des Kurbelgehäuses mit Ölnebel und Spritzöl immer der gleiche bleibt, können keine oder zumindest keine nennenswerten Mengen von Frischgas in das Kurbelgehäuse und somit auch kein Schmieröl mit dem Frischgas in den Zylinder gelangen. Das Volumen des Impulskanals verringert zwar die Verdichtwirkung, denn das zusätzliche Volumen bedeutet für den Verdichtvorgang eine Vergrößerung des sogenannten Schädavolumens, aber die Erfindung ermöglicht auch eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung zur Verbesserung der Zylinderfüllung durch gasdynamische Abstimmung der Längen von Ansaug-, Impuls- und Einströmkanal oder Einströmkanälen, womit durch Massenwirkungen, Druckschwingungen und Resonanzen des Frischgases in diesen Kanälen, die durch die periodischen Volumenänderungen infolge der Bewegung des Kolbens im Kurbelgehäuse angeregt werden, ein Aufladeeffekt erreicht wird. Dazu werden Länge und Querschnitt des Impulskanals so gewählt, daß beim Ansaugvorgang d. h. der Bewegung des Kolbens von UT nach OT das im Impulskanal befindliche Frischgas soweit beschleunigt wird, das dessen Geschwindigkeit und kinetische Energie ausreicht um einen deutlichen Druckanstieg und damit einen Nachladeeffekt im Kurbelgehäuse und eine Verstärkung der Pumpwirkung des Kolbens zu erreichen, wenn der Kolben OT erreicht und seine Bewegungsrichtung umkehrt, wobei die Saugarbeit des Kolbens zunächst in kinetische Energie des Frischgases, und beim Abstoppen in Verdichtungsarbeit umgewandelt wird. Die beim Ansaugvorgang und der Beschleunigung des Frischgases im Impulskanal entstehende Sogwelle wird mit der dem Frischgaszustand entsprechenden Schallgeschwindigkeit vom Kurbelgehäuse weg laufen und sich sowohl im Ansaug- als auch im Einströmkanal bzw. den Einströmkanälen fortpflanzen. Die Gesamtlänge aus Impuls- und Ansaugkanal sowie das Verhältnis der Längen dieser beiden Kanäle (Impulskanal länger als Ansaugkanal) ist so gewählt, daß die Druckwelle, die durch negative Reflexion am offenen Ende (Saugmund) des Ansaugkanals entsteht, an der Einmündung des Ansaugkanals in den Einström- und Impulskanal bzw. beim Rückschlagventil vor der durch den abwärtsgehenden Kolben erzeugten Druckwelle, die vom Kurbelgehäuse weg Richtung Zylinder läuft, dort eintrifft. Dadurch wird das Rückschlagventil (Membran-Zungenventil) nochmals geöffnet und Frischgas in den Impuls- und Einströmkanal strömen, womit ein weiterer zu-

sätzlicher Nachladeeffekt und eine Verbesserung der Füllung des Einlaßsystems und des Zylinders erreicht wird. Da die vorgenannte Sogwelle auch in den Einströmkanal bzw. in die Einströmkäule läuft und zunächst noch auf durch den Kolben verschlossenen Einlaßschlitz oder Einlaßschlitze trifft und deshalb positiv, d. h. wiederum als Sogwelle reflektiert wird, wird bei gleicher oder annähernd gleicher Länge von Ansaug- und Einströmkanal die reflektierte Sogwelle im Einströmkanal etwa gleichzeitig mit der Druckwelle im Ansaugkanal an der Einmündung des Ansaugkanals in den Impuls- und Einströmkanal eintreffen und die Druckdifferenz am Rückschlagventil und damit den Frischgasstrom in den Einström- und Impulskanal zusätzlich erhöhen, wodurch der Nachladeeffekt verstärkt und auch die Füllung des Zylinders nochmals verbessert wird.

Die Längen von Ansaug-, Einström- und Impulskanälen für die angestrebte Resonanzdrehzahl, die für das Füllungsmaximum und damit das Drehmomentmaximum maßgebend ist, kann entsprechend den aus der Literatur bekannten Formeln und Erfahrungswerten bestimmt werden [Bönsch, H. W.: Der schnelllaufende Zweitaktmotor. Mototuch Verlag Stuttgart 3. Aufl. 1986 S. 20-26 # Küntschler, V.: Kraftfahrzeugmotoren. Verlag Technik Berlin 3. Aufl. 1995 S. 483-492 und 501-508].

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung bei Zweitakt-Brennkraftmaschinen ergibt sich durch die Anordnung eines an sich bekannten abgestimmten Abgassystems mit Diffusor und Gegenkonus oder Blende, da insbesondere die im Diffusor entstehende, zum Zylinder zurücklaufende Sogwelle kurz nach dem Öffnen der Einlaßschlitze auch in das Einlaßsystem läuft und ein weiteres Öffnen des Rückschlagventils bewirkt, wodurch zusätzlich Frischgas in das Einlaßsystem strömt und die Füllung weiter verbessert wird. Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung ist auch dadurch möglich, daß anstelle des Rückschlagventils im Ansaugkanal, an der Zusammenführung von Ansaug-, Einström- und Impulskanal ein Zellrad mit Rücklaufsperrung angeordnet wird, mit dem nicht nur ein Rückströmen von Frischgas in den Ansaugkanal, sondern auch ein Rückströmen vom Einström- in den Impulskanal verhindert wird, da durch das nur in einer Richtung laufende Zellrad auch nur eine Strömung von Ansaug- in den Einström- oder Impulskanal sowie vom Impuls- in den Einströmkanal möglich ist.

Eine weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist die zusätzliche Anordnung eines Laders, wozu Abgasturbolader, Druckwellenlader und mechanisch oder elektrisch angetriebene Verdichter verwendet werden können. Bei dieser kombinierten Aufladung kann der Lader dem erfindungsgemäßen System aus abgestimmten Ansaug-, Impuls- und Einströmkanälen vorgeschaltet (Serienschaltung) oder teilweise parallel geschaltet sein (Serien-Parallelschaltung) und das Frischgas über getrennte Einlaßschlitze in den Zylinder fördern. Bei Verwendung eines Abgasturboladers kann das erfindungsgemäße System mit gasdynamisch abgestimmten Ansaug-, Impuls- und Einströmkanälen dahingehend optimiert werden, daß dieses insbesondere bei niedriger Drehzahl wirksam ist, wo der Abgasturbolader noch nicht ausreichend Ladedruck erzeugt und Ladeluft liefert. Bei hohen Aufladedrücken und hohen Temperaturen des verdichteten Frischgases ist es vorteilhaft, in bekannter Weise nach dem Lader einen Ladeluftkühler anzuordnen. Die erfindungsgemäße Ausführung von schnelllaufenden Zweitakt-Brennkraftmaschinen mit Kurbelgehäusepumpe und abgestimmten Ansaug-, Einström- und Impulskanälen, d. h. einer dynamischen Aufladung durch Druckschwingungen und Massenwirkungen, kann ohne Lader vorzugsweise für kleinere Motoren mit Quer-, Umkehr-, Drall-Umkehr- und Kopfspülung sowie Längs- oder Gleichstromspülung

mit Auslaßventil(en) eingesetzt werden, wo wegen zu geringer Leistung ein Lader, beispielsweise eine Abgasturboaufladung nicht möglich oder eine Aufladung mit einem Lader zu aufwendig ist. Bei der kombinierten Aufladung, insbesondere mit Abgasturboaufladung, ist es vorteilhaft Ansaug-, Einström- und Impulskanäle so abzustimmen, daß die Füllung und damit das Drehmoment in bestimmten Drehzahlbereichen verbessert oder bei Leerlauf und sehr kleiner Last der Lader unterstützt wird, wenn dieser noch zu wenig Ladedruck erzeugt und einen zu geringem Durchsatz hat. Die erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß mit einem sehr einfachen Einlaßsystem ohne zusätzliche bewegte Teile, die Pumpwirkung des Kolbens im Kurbelgehäuse zur Vorverdichtung des Frischgases genutzt werden kann, ohne daß ein Transport von Schmieröl in den Zylinder und das Abgassystem durch das Frischgas erfolgt. Dadurch werden nicht nur die Frischölschmierung und der damit verbundene erhöhte Schmierölmehrverbrauch im Vergleich zu Viertaktmotoren, sondern auch die durch das Schmieröl im Zylinder und im Abgassystem verursachten Emissionsprobleme vermieden. Damit ist auch bei Anordnung eines nachgeschalteten Abgaskatalysators keine Gefahr, daß dieser durch Ölablagerungen unwirksam wird. Ein ganz wesentlicher Vorteil ist auch die Möglichkeit, den Kolben mit Schmieröl, vorzugsweise durch eine einfache Ölspritzung wirksam zu kühlen sowie das Triebwerk mit Gleitlagern auszuführen und mit Drucköl zu schmieren.

Weitere Einzelheiten und die Wirkungsweise werden anhand der schematischen Zeichnungen von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen in einfacher schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine Zylindereinheit einer schlitzzespülten Zweitakt-Brennkraftmaschine mit Kurbelgehäusepumpe und die grundsätzliche Anordnung von Ansaugkanal, Impulskanal und Einströmkanal,

Fig. 2 eine Zweitakt-Brennkraftmaschine mit Schlitzspülung und kombinierter Aufladung aus Kurbelgehäusepumpe mit Ansaug-, Impuls- und Einströmkanal nach Fig. 1 und Abgasturboaufladung mit Ladeluftkühler in Serien-Parallelschaltung und getrennten Einströmkanälen und Einlaßschlitzen,

Fig. 3 eine Zusammenführung von Ansaug-, Impuls- und Einströmkanal und die Anordnung eines Zellrades mit Rücklaufsperrung.

Bei der in Fig. 1 in schematischer Schnittdarstellung gezeigten Zylindereinheit einer Zweitakt-Brennkraftmaschine mit aktiver Kolbenunterseite, Spülschlitzen und einer erfindungsgemäßen Anordnung von Impulskanal 7, Ansaugkanal 8 und Einströmkanal 6 ist der Impulskanal 7, der das Kurbelgehäuse mit dem zugehörigen Ansaugkanal 8 und dem Einströmkanal 6 verbindet und die Pumpwirkung des Kolbens 3 im Kurbelgehäuse 2 auf das eigentliche Einlaßsystem aus Ansaugkanal 8 und Einströmkanal 6 überträgt, unmittelbar am Kurbelgehäuse 2 angeordnet, um eine kompakte Bauweise zu erreichen. Da von einer Direkteinspritzung des Kraftstoffes ausgegangen wird, ist der Ansaugkanal 8 ohne sprunghafte Querschnittsänderungen ausgeführt, wie sie bei Anordnung eines Vergasers erforderlich sind. Am zylinderseitigen Ende des Ansaugkanals 8 ist ein strömungsgünstiges, dachförmiges Zungenventil als Rückschlagventil 9 angeordnet, das nur eine Strömung des Frischgases 4, durch einen offenen Pfeil dargestellt, in Richtung Zylinder zuläßt und somit ein Rückströmen verhindert. Der Einströmkanal 6 mündet schräg nach oben gerichtet in den Zylinder 1 bzw. den Einlaßschlitz 6' in der Zylinderbuchse. Mit dieser Anordnung von Ansaug-, Einström- und Impulskanal ergibt sich folgender Ablauf des Ansaug- und Ladevorganges: Bewegt sich der Kolben 3 von unterem Tot-

punkt UT zum oberen Totpunkt OT, wird eine etwa dem Hubvolumen des Zylinders 1 entsprechende Menge Gas aus dem Impulskanal 7 in das Kurbelgehäuse 2 und etwa die gleiche Menge Frischgas 4 in den Impulskanal 7 gesaugt. Durch den anschließend von OT nach UT laufenden Kolben wird die gleiche Menge Gas aus dem Kurbelgehäuse 2 in den Impulskanal 7 geschoben und das Frischgas 4 aus diesem verdrängt und verdichtet, solange der Einlaßschlitz 6' noch durch den Kolben 3 verschlossen ist, da das Rückschlagventil 9 das Rückströmen des Frischgases in den Ansaugkanal 8 verhindert. Nach Freigabe des Einlaßschlitzes 6' kann mit dem vorverdichteten Frischgas 4' der Spülvorgang im Zylinder 1 in der bekannten Weise, beispielsweise als sogenannte Quer-, Umkehr-, Drall-Umkehr-, Kopf- oder Gleichstromspülung ablaufen. Durch den wieder von UT nach OT gehenden Kolben wird der nächste Ansaugvorgang dadurch, daß die vorher aus dem Kurbelgehäuse 2 ausgeschobene Gasmenge erneut angesaugt wird. Das Volumen des Impulskanals 7 ist dabei so ausgelegt, daß er nach dem Saugvorgang weitgehend mit Frischgas 4 gefüllt ist und anschließend die gesamte durch die Abwärtsbewegung des Kolbens von OT nach UT aus dem Kurbelgehäuse 2 ausgeschobene Gasmenge aufzunehmen kann und dabei das vorher angesaugte Frischgas 4 vollständig oder zumindest nahezu vollständig verdrängt wird. Das Volumen des Impulskanals 7, der alternierend vollständig mit Gas aus dem Kurbelgehäuse 2 oder Frischgas 4 gefüllt wird, muß deshalb annähernd dem Hubvolumen des Zylinders 1 entsprechen. Dadurch wird erreicht, daß keine oder zumindest keine nennenswerten Mengen Frischgas 4 in das Kurbelgehäuse 2 und dementsprechend kein oder keine nennenswerten Mengen mit Schmierölnebel durchsetztes Gas aus dem Kurbelgehäuse 2 in den Zylinder 1 und das Abgas 5 gelangen kann.

Die durch das zusätzliche Volumen des Impulskanals 7 bedingte Vergrößerung des sogenannten Schadvolumens beim Verdichtungs Vorgang kann durch eine Minimierung des Kurbelgehäusevolumens 2 zumindest zum Teil kompensiert werden. Darüber hinaus wird mit gasdynamisch abgestimmten Längen von Ansaugkanal 8, Einströmkanal 6 und Impulskanal 7 durch Massenwirkung und Schwingungen der Einströmvorgang in das Kurbelgehäuse 2 und den Einströmkanal 6 und damit die Füllung des Zylinders 1 entscheidend verbessert. Dazu ist die Länge und der Querschnitt des Impulskanals 7 so abgestimmt, daß durch die Saugwirkung des von UT nach OT gehenden Kolbens 3 die Gassäule im Impulskanal 7 beschleunigt, wobei die Saugarbeit in kinetische Energie und am Ende des Saugvorganges, wenn der Kolben 3 stoppt und seine Bewegungsrichtung umkehrt, diese in Verdichtungsarbeit umgesetzt und dadurch die Füllung des Kurbelgehäuses 2 und die Pumpwirkung der aktiven Kolbenunterseite entscheidend verbessert wird. Durch den Saugvorgang und die Beschleunigung der Gassäule im Impulskanal 7 wird auch eine Sogwelle entstehen, die vom Kurbelgehäuse 2 wegläuft und sich sowohl im Ansaugkanal 8 als auch im Einströmkanal 6 fortpflanzt. Die Sogwelle im Ansaugkanal 8 wird am Saugmund 8' negativ, d. h. als Druckwelle reflektiert, die Richtung Rückschlagventil 9 läuft. Da die Länge des Einströmkanals 6 entsprechend kürzer ist als die des Impulskanals 7, wird diese Druckwelle am Rückschlagventil 9 eintreffen, bevor die durch den abwärts von OT nach UT laufenden Kolben 3 und den damit eingeleiteten Verdichtungs Vorgang entstehende Druckwelle dort eintrifft, und das Rückschlagventil 9 öffnen, wodurch Frischgas 4 in den Einströmkanal 6 und Impulskanal 7 strömen und die Füllung des Systems und damit des Zylinders 1 erhöhen wird.

Die Sogwelle im Einströmkanal 6 wird an dem durch den Kolben 3 verschlossenen Einlaßschlitz 6' positiv, d. h. als

Sogwelle reflektiert, die Richtung Impulskanal 7 läuft und bei etwa gleicher Länge von Einström- und Saugkanal gleichzeitig mit der vorgenannten Druckwelle, die durch Reflexion der Sogwelle am Saugmund 8' entsteht, beim Rückschlagventil 9 eintreffen. Da die Sogwelle nicht wie die Druckwelle in der durch einen Pfeil angedeutete Strömungsrichtung des Frischgases 4 vor, sondern nach dem Rückschlagventil 9 anliegt, wird dadurch die Strömung des Frischgases 4 Richtung Zylinder 1 und damit dessen Füllung weiter verbessert. Durch die vorgenannten Nachladeeffekte im Kurbelgehäuse 2 sowie der Reflexionen der beim Ansaugvorgang entstehenden Sogwelle im Ansaug- und Einströmkanal wird insgesamt eine dynamische Aufladung erreicht und die Füllung des Zylinders 1 entscheidend verbessert.

Die in Fig. 2 schematisch dargestellte Ausführung zeigt eine Kombination der in Fig. 1 dargestellten Anordnung mit gasdynamisch abgestimmten Ansaug-, Einström- und Impulskanal und einem Abgasturbolader 10 mit Abgasturbine 11 und Kreisverdrichter 12. Das im Verdichter 12 verdichtete Frischgas 4 wird dabei im wesentlichen durch einen getrennten Einlaßschlitz oder mehrere getrennte Einlaßschlitze in den Zylinder 1 geführt und zu einem geringen Teil über das System mit Ansaugkanal 8, Einströmkanal 6 und Impulskanal 7 geleitet, damit dieses auch bei steigendem Ladedruck wirksam bleibt. Dabei wird dieses System so abgestimmt, daß es besonders bei niedrigen Drehzahlen und kleiner Last wirksam ist, wenn der Abgasturbolader 10 noch nicht genügend Ladedruck bzw. Frischgas 4 liefert. Zwischen dem Verdichter 12 des Abgasturboladers 10 und den direkten Einlaß in den Zylinder 1 ist in bekannter Weise ein Ladeluftkühler 13 angeordnet. Die Fig. 4 zeigt schematisch die Abzweigung des Einströmkanals 6 und des Impulskanals 7 vom Ansaugkanal 8 in der ein freilaufendes Zellrad 14 angeordnet ist, das eine Rücklaufsperrung aufweist und sich nur im Uhrzeigersinn drehen kann. Damit ist eine Frischgasströmung nur vom Ansaugkanal 8 in den Impulskanal 7 und den Einströmkanal 6 sowie vom Impulskanal 7 in den Einströmkanal 6 möglich. Das Zellrad 14 erfüllt damit nicht nur die Funktion eines Rückschlagventils im Ansaugkanal 8, sondern die gleiche Funktion auch für den Impulskanal 7.

#### Patentansprüche

1. Zweitakt-Brennkraftmaschine mit Kurbelgehäusepumpe mit mindestens einer Zylindereinheit, **gekennzeichnet durch** die Kombination folgender, teils bekannter Merkmale:

- a) die Pumpwirkung des Kolbens im Kurbelgehäuse, d. h. der aktiven Kolbenunterseite, wirkt indirekt über einen sogenannten Impulskanal (7) auf das eigentliche Einlaßsystem bestehend aus einem Ansaugkanal (8) und anschließend dem Einströmkanal (6), ohne daß Frischgas durch das Kurbelgehäuse geleitet wird,
- b) im Ansaugkanal (8) ist an dessen zylinderseitigem Ende ein Rückschlagventil (9) angeordnet, welches das Rückströmen des angesaugten Frischgases in den Ansaugkanal verhindert.
- c) der Impulskanal (7) zweigt in Richtung Zylinder unmittelbar nach dem Rückschlagventil (9) ab,
- d) das Volumen des Impulskanals (7) entspricht etwa dem 0,8 bis 1-fachen Hubvolumen des Arbeitszylinders, um die gesamte vom aufwärtsgehenden Kolben angesaugte Frischgasmenge aufnehmen zu können;
- e) Ansaugkanal (8) und Impulskanal (7) sowie

- der Einströmkanal (6) oder die Einströmkanäle sind als glatte Kanäle ohne sprunghafte Querschnittsveränderungen ausgeführt
2. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Längen von Ansaugkanal (8), Impulskanal (7) und Einströmkanal (6) in bekannter Weise so abgestimmt sind, daß die durch die periodische Pumpwirkung des Kolbens (3) im Kurbelgehäuse (2) angeregten Schwingungen und Massenwirkungen des darin befindlichen Frischgases (4) den Einströmvorgang in den Zylinder (1) unterstützen und eine deutliche Verbesserung der Füllung des Zylinders bewirken, wozu der Impulskanal (7) so ausgelegt ist, daß durch die Massenwirkung der durch den Ansaugvorgang des von UT nach OT aufwärtsgehenden Kolbens (3) in Bewegung gebrachten Frischgasmasse im Impulskanal (7) ein Nachladeeffekt im Kurbelgehäuse (2) erreicht und die Pumpwirkung des Kolbens (3) verstärkt wird, nachdem sich die Bewegungsrichtung des Kolbens in OT umkehrt, wobei zunächst die Saugarbeit des Kolbens (3) in kinetische Energie des Frischgases (4) und diese beim Abstoppen und Bewegungsumkehr des Kolbens in Verdichtungsarbeit umgewandelt wird, und die Längen von Ansaug- und Einströmkanal so abgestimmt sind, daß einerseits der in den Einströmkanal (6) laufende Anteil der durch den Saugvorgang entstehenden, vom Zylinder weglaufenden Sogwelle an dem noch vom Kolben verschlossenen Einlaßschlitzz positiv reflektiert wird und die rücklaufende Sogwelle etwa gleichzeitig mit der am Saugmund (8') des Ansaugkanals (8) durch negative Reflexion der Teil-Sogwelle entstehenden Druckwelle beim Rückschlagventil (9) eintrifft und dieses infolge der Druckdifferenz, d. h. Druckwelle in Strömungsrichtung vor und Sogwelle nach dem Rückschlagventil, öffnet und zusätzlich Frischgas in den Impuls- und Einströmkanal strömt, bevor die durch den von OT nach UT abwärtsgehenden Kolben entstehende Druckwelle eintrifft, wodurch eine Nach- und Aufladung erfolgt und die Füllung des Zylinders verbessert wird.
3. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß für Zylinder mit zwei oder mehr Einlaßschlitzen der Einströmkanal über strömungsgünstige Verzweigungen ohne wesentliche Querschnittssprünge in entsprechende Teilkanäle geteilt wird.
4. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ansaugkanal als sogenanntes Schaltsaugrohr ausgeführt ist, womit im Betrieb zwischen mindestens zwei verschiedenen Längen des Saugkanals variiert werden kann,
5. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche von 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Abgassystem in bekannter Weise mit Diffusor und Gegenkonus oder Blende ausgeführt und für einen optimalen Drehmomentverlauf abgestimmt ist, so daß durch die im Diffusor entstehende, in den Zylinder zurücklaufende Sogwelle das Rückschlagventil nochmals öffnet und damit zusätzlich Frischgas in das Einlaßsystem strömt und die Füllung verbessert wird.
6. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Triebwerk, insbesondere Kurbelwellenlager, Kurbellauger und Kolbenbolzenlagerung mit Gleitlagern ausgeführt und mit Drucköl geschmiert wird.
7. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kol-

- ben mit Schmieröl gekühlt wird.
8. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche von 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zum Einlaßsystem mit Kurbelgehäusepumpe ein Lader angeordnet wird.
9. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zusätzliche Lader dem Einlaßsystem mit Kurbelgehäusepumpe vorgeschaltet ist (Serienschaltung).
10. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zusätzliche Lader parallel zum Einlaßsystem mit Kurbelgehäusepumpe und das Frischgas teilweise über separate Einströmkanäle und Einlaßschlitze und teilweise über das Einlaßsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3 in den Zylinder fördert (Serien-Parallelschaltung).
11. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß als zusätzlicher Lader ein Abgasturbolader verwendet wird.
12. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß als zusätzlicher Lader ein Druckwellenlader verwendet wird.
13. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß als zusätzlicher Lader ein mechanisch oder elektrisch angetriebener Verdichter verwendet wird.
14. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß als Sicherung gegen Rückströmen von Frischgas (4) in den Ansaugkanal (8) an der Zusammenführung von Ansaug-, Impuls- und Einströmkanal ein freilaufendes, mit einer Rücklaufsperrung ausgestattetes Zellrad (14) angeordnet ist, daß nur eine Strömung von Ansaug- in den Impuls- oder Einströmkanal und vom Impulskanal in den Einströmkanal zuläßt und somit auch ein Rückströmen von Frischgas vom Einlaß- in den Impulskanal verhindert.
15. Zweitakt-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Lader und vor dem Eintritt des vorverdichteten Frischgases in die Zylinder ein sogenannter Ladeluftkühler (13) angeordnet ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

